

## **Resultados preliminares de la aplicación de la simulación-juego (modificada): Sintetiza la Proteína**

Preliminaries results of application of a Simulation – Game  
(modified): Synthesize the Protein

**Rosa Elena Camero  
Marlene Ochoa de Toledo**  
Universidad Pedagógica Experimental Libertador  
Instituto Pedagógico de Caracas

### **RESUMEN**

*Se presentan resultados de la aplicación de una Simulación-Juego titulada: “**Sintetiza la proteína**”, la cual es una modificación de la versión publicada en 1989, diseñada para facilitar la comprensión del proceso de síntesis de proteínas. En ella, construyen una cadena polipeptídica, considerando elementos y etapas del proceso. La modificación consistió en centrar la síntesis proteica en organismos procaríotes, con la adición de factores involucrados en las etapas de síntesis e incorporación del enfoque CTS a través del uso de antibióticos, los cuales afectan el mecanismo de formación de las proteínas. Es una investigación de campo, cuasi experimental aplicada en secciones del curso de Biología Celular del IPC. La evaluación se realizó a través de tres instrumentos. Los alumnos mencionan que con la simulación-juego pudieron comprender el proceso y obtener un buen puntaje en la prueba de conocimientos. Estos resultados, aunque preliminares, apoyan la idea de efectividad de la estrategia para mejorar la comprensión y contextualización del proceso de síntesis de proteínas.*

**Palabras clave:** Síntesis proteica; enfoque CTS; simulación-juego; aprendizaje

## ABSTRACT

*Presents results of the application of a titled Simulation Game "Synthesize the protein", which is a modification of the version published in 1989 that was designed in order to facilitate the understanding of the protein synthesis mechanism. In this Simulation - Game, the students build a polypeptide chain, considering the elements and the stages of the process. The modification consisted on centering the process in prokariotics organisms, in the addition of factors involved in the different paths of protein synthesis and, in the incorporation of the focus STS through the use of antibiotics that affect the process. It is a field investigation, quasi experimental applied in sections of the course of Cellular Biology of the Pedagogic Institute of Caracas. The evaluation of the application of the strategy was carried out through three instruments. These results, although preliminary, support the idea of effectiveness of the strategy to improve the understanding and contextualization of the process of protein synthesis.*

**Keywords:** *Protein Synthesis; STS focus; simulation-game; learning*

## INTRODUCCIÓN

El proceso de síntesis de proteínas constituye un evento fundamental dentro del Dogma Central de la Biología Molecular. Representa la traducción de la información genética del ADN para la síntesis de proteínas, con la participación de los diferentes ARN provenientes de la transcripción. En el proceso, intervienen enzimas, factores de naturaleza proteica y moléculas energéticas, lo que dificulta la comprensión del modelo propuesto para el proceso.

La experiencia adquirida como docentes del curso de Biología Celular perteneciente al plan de estudios de la especialidad de Biología del Instituto Pedagógico de Caracas, permite afirmar que la complejidad de este proceso ofrece mucha dificultad para su comprensión; esta

afirmación se sustenta cuando diversos autores afirman que los estudiantes no modifican sus concepciones a lo largo de la educación (Amat, 1998; Rodríguez, 2001). Los estudiantes simplemente tratan de memorizar los eventos involucrados sin que exista una real comprensión del mismo. De esta situación surgió la inquietud para el diseño de la Simulación-Juego Sintetiza la Proteína en 1989; es una forma de presentar el contenido más ameno, dinámico y motivante, razón por la que se comienza su uso desde ese momento.

A pesar de no haberse evaluado los resultados luego de su aplicación, la estrategia se mantiene en la cátedra con un uso bastante limitado; a partir del año 2000 vuelve a retomarse; las primeras impresiones señalan su ventaja para la comprensión, pero hay sugerencias para modificarla y adaptarla al nuevo contexto del curso, incluyendo el enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad.

Ciencia, Tecnología y Sociedad, (CTS) es un enfoque cuyo propósito es crear una comprensión de la ciencia y la tecnología en sus relaciones con la sociedad, a través de una interacción interdisciplinaria. Es un esquema integrador que educa a los estudiantes para entender y así poder criticar los muchos factores que se encuentran actuando en el mundo; igualmente permite integrar habilidades intelectuales y rutinas de solución de problemas que están adquiriendo en sus estudios. Es una manera de hacer los cursos de ciencia más llevaderos y de mayor utilidad; es una forma de comprometer a los maestros y de crear conciencia sobre ciencia y tecnología aun entre aquellos estudiantes que evitan un curso de ciencias (Peña Borrero, 1990; Yager, 1996).

La aplicación del enfoque CTS ha resultado efectivo para lograr el aprendizaje significativo. De hecho, su uso es recomendado para la enseñanza de las Ciencias Naturales en los programas de Educación Básica de nuestro país. Sin embargo, su aplicación se enfrenta a dos grandes problemas: por una parte, los docentes desconocen lo que es y

representa el enfoque CTS; por eso, también desconocen las formas de incorporarlo en el aula. Por otra parte, existe poco material en castellano para la aplicación del enfoque en el aula.

Ante esta realidad, se requieren acciones que conlleven a la solución de ambos problemas. Para el caso de los docentes, es necesaria la actualización permanente a través de cursos y talleres que lo preparen en esta nueva tendencia de la enseñanza de las ciencias, que ya lleva más de 20 años aplicada en otros países. Para el caso de los materiales, es necesario el diseño de instrumentos adaptados a nuestra realidad nacional, que sean accesibles a todos los docentes y que sirvan de orientación a las posibilidades del docente en el aula.

Aun cuando el enfoque CTS corresponde a las tendencias actuales en la educación, la mayoría de los docentes sólo se preocupa en transmitir conocimientos sin muchas veces tomar en cuenta quién y cómo lo recibe (Pino, 1995; Reyes Barcos y col., 1996). El proceso de enseñanza-aprendizaje es monótono y sin interés alguno para los estudiantes; aparte, los conocimientos se dan sin un contexto que sea parte de la vida real. La búsqueda de la enseñanza creativa, es una forma de acercar a los docentes de ciencia y los educandos propiciando la participación y eliminando los métodos tradicionales basados en la pasividad y la memorización (Reyes Barcos y col., 1996).

En cuanto a la estrategia utilizada, autores como Ellington, Addival y Percival (1980), definen la simulación-juego instruccional como un ejercicio que posee las características esenciales del juego, ya que establece competencias y reglas y también posee las características de una simulación porque constituye una representación de sucesos de la vida real. Para Stolovich (1981) es una técnica instruccional que proporciona una serie de actividades de aprendizaje planificado, que implica conflictos, una serie de reglas a seguir por los jugadores y los criterios de finalización para definir quiénes son los ganadores.

De acuerdo a Santisteban (1990), las simulaciones-juegos permiten a los alumnos, una participación más activa incrementando así su atención para que logren un mejor análisis de los eventos presentados en la actividad y de los conceptos involucrados en el desarrollo del tema. En otras palabras, contribuyen a lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes. Este tipo de estrategias incluyen como parte de su estructuración, las llamadas actividades integradoras, las cuales constituyen el marco de referencia para pensar y examinar los hechos ocurridos durante la simulación-juego (Lederman, 1984). En este sentido, Thatcher (1990) señala que estas actividades integradoras conforman una etapa muy importante, ya que en ese momento se evalúa cuidadosamente la experiencia realizada y se discute sobre ella para relacionarla con otras áreas del conocimiento. La finalidad es que los estudiantes aprendan basándose en la reflexión. La actividad integradora permite relacionar las experiencias derivadas de la actividad con áreas del conocimiento, a fin de procesarlas internamente. La actividad integrativa condiciona la efectividad de las simulaciones-juegos.

Según plantea Lederman (1984) las actividades integrativas permiten evaluar las simulaciones-juegos mediante las respuestas de los participantes. Esto le dará idea de la validez y confiabilidad de la estrategia.

El uso de juegos didácticos como una vía para lograr aprendizaje significativo en el aula, ha sido recomendado por el Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia (CENAMEC) en su Carpeta de Ciencias Naturales para Docentes de Educación Básica (1995). Hoy en día existen 43 juegos diferentes para ejercitar la aritmética que se estudia de primero a sexto grado, los cuales se encuentran explicados en el libro ¡El juego como método de enseñanza de la matemática de la Dra. Clemencia de Clemente (Toro, 1998).

En el área de ciencias, se reportan entre otros: Detective de enfermedades: Un juego-simulación de una investigación de envenenamiento por alimento. (Lambert, 1989); La escena del gen: un juego de genética humana, como una opción para entender contenidos de genética y la implicación de los valores éticos en la toma de decisiones frente a la presencia de defectos genéticos (Mertens y Pursifull, 1986). Coble y Hounshell (1982) también recomiendan el uso de juegos en el área de ciencias y hasta dan sugerencias para su diseño. MEBATA: implica una toma de decisiones y de conciencia frente a una problemática ambiental; es una simulación de roles (Ochoa y col., sin publicar). Viajando por el Sistema Circulatorio de Guillermo: implica el recorrido de un glóbulo rojo desde su origen hasta su destrucción; pasa por capilares, circulación mayor y menor y maneja el enfoque CTS para contextualizar la integración de los sistemas respiratorio y circulatorio (Ochoa y col., sin publicar).

En el Instituto Pedagógico de Caracas, en la Cátedra de Biología Celular, se vienen utilizando dos juegos para reforzar la teoría y que además, han servido para repasar contenidos previos a una prueba. Estos juegos son: Sintetiza la proteína: una simulación-juego (Camero y col. 1989); el otro juego es el Viaje Intracelular (sin publicar) que permite comprender lo que ocurre desde que una proteína es sintetizada hasta que es enviada a su destino final. La experiencia del uso de actividades de este tipo, se ha extendido a muchos ámbitos de la ciencia como un recurso útil para el proceso enseñanza-aprendizaje.

Después de múltiples aplicaciones de la simulación-juego Sintetiza la proteína de Camero y col., 1989, la experiencia nos ha permitido modificarla para enriquecerla e incorporarla dentro del enfoque CTS. Creemos que es un recurso que facilita el trabajo de los docentes ya que resulta económica y de fácil elaboración. Es una actividad que puede utilizarse desde el nivel medio hasta el nivel universitario.

En la presente investigación se incorporó el nuevo diseño de la estrategia, se validó la estrategia con un instrumento creado para tal fin aplicado a los usuarios (estudiantes) y se evaluó la aplicación de la misma a varios grupos de estudiantes, para lo cual se utilizaron dos instrumentos que permitieron la recolección de los datos.

### **Objetivos**

- Modificar la Simulación-Juego Sintetiza la Proteína (Camero y col.,1989) a fin de incorporar el enfoque CTS.
- Validar la estrategia a través de una encuesta aplicada a los estudiantes sobre distintos aspectos de la misma.
- Aplicar la nueva versión de la Simulación-Juego en el curso de Biología Celular de la especialidad de Biología del Instituto Pedagógico de Caracas.
- Evaluar los resultados de la aplicación de la estrategia a través de una prueba de conocimientos y de las reflexiones realizadas por los estudiantes en relación al tema.

### **MÉTODO**

El diseño empleado en la investigación es de campo cuasi experimental ya que se trabajó con secciones intactas del Biología Celular del Instituto Pedagógico de Caracas.

#### **Instrumentos**

1.Simulación-Juego "Sintetiza la proteína".

Objetivos didácticos

- Sintetizar un polipéptido de seis aminoácidos lo que permite visualizar las etapas del proceso de síntesis proteica en organismos procariotes con los elementos involucrados en cada una de ellas

- Analizar la influencia de ciertos factores (antibióticos, magnesio, energía) sobre la síntesis proteica
- Utilizar el enfoque CTS para relacionar el proceso de síntesis proteica con su aplicabilidad en la sociedad

### **Contenidos**

1. Proceso de síntesis de proteínas en una célula procariota.
2. Factores, enzimas y moléculas energéticas que permiten ese proceso.
3. Etapas en las que se separa el proceso de síntesis proteica
4. Antibióticos que afectan el proceso

La estrategia está dirigida a Estudiantes de Biología Celular en un curso de pre-grado. Sin embargo, también puede ser utilizada a nivel medio. El tiempo requerido es aproximadamente de dos horas considerando la actividad de cierre.

### **Prueba de conocimientos**

Usualmente en el curso se asigna una prueba para cada una de las tres unidades. El contenido de síntesis proteica está incluido en la Unidad II. Para efectos de la investigación, sólo se consideraron aquellas preguntas de la prueba que involucraban el contenido de la simulación-juego. Las preguntas consideradas incluían el proceso integrado en el Dogma Central de la Biología y el efecto de antibióticos sobre la síntesis proteica.

### **Encuesta aplicada a los estudiantes**

La encuesta incluyó los datos del estudiante, su nivel de estudio, diez ítems relacionados con la impresión del estudiante frente al uso de la estrategia y una pregunta de opinión abierta.

A continuación se presenta un segmento de la encuesta aplicada a los estudiantes:

### ESCALA

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Parcialmente de acuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

1. Las instrucciones están presentadas con claridad
2. Las tarjetas con punto de interrogación suministran información útil para la comprensión del proceso
3. Los conceptos manejados en el juego se adaptan al contenido de la clase
4. La simulación-juego sirve como estrategia para lograr el aprendizaje.

1	2	3	4	5

### OPINIÓN

- 1.- ¿Qué opinión le merece la estrategia aplicada?
- 2.- Agregue cualquier comentario que tenga a bien expresar.

### Reflexión de los estudiantes

Al finalizar la Unidad II, se pidió a los estudiantes una reflexión. Ésta consistía en describir, en sus propias palabras, su impresión con respecto al contenido, a lo aprendido y a las estrategias utilizadas.

También podían colocar cualquier otro comentario que quisieran añadir.

## **Procedimiento**

### **1. Aplicación de la Estrategia.**

Una vez dada la clase teórica sobre el proceso de síntesis protéica, se fijó para la siguiente clase, la aplicación de la estrategia. De esta forma la teoría sirve de introducción a la estrategia. Una vez logrado el ganador (el que primero sintetizó el polipéptido) se procedió a la actividad de cierre.

La Estrategia contiene como materiales un tablero donde se representan los diferentes elementos que intervienen en la síntesis proteica; se incluyen cuadros que representan interrogantes y cuadros con una X que incluyen castigos y/o premios.

Consta de seis fichas de diferentes colores que se distribuyen a los diferentes jugadores para marcar su recorrido por el tablero, el cual será determinado por el lanzamiento del dado.

Se incluye una reserva celular la cual está constituida por piezas en cartulina que representan moléculas de ATP, GTP, enzima aminoacil-sintetasa, ARN de transferencia, ARN mensajero, aminoácidos, formilmetionina, factores de iniciación, de elongación y de terminación, subunidades ribosomales 30 y 50S. Esta reserva celular estará bajo la responsabilidad de cualquiera de los jugadores. Por último, se coloca en las casillas correspondientes del tablero, los dos grupos de tarjetas. La información teórica se manejó por Lewin (1990) y Freifelder (1993).

Un ejemplo de ambos tipos de tarjetas puede verse a continuación:



En experimentos realizados en bacterias utilizando el antibiótico Eritromicina, se observó que después de la incorporación del antibiótico, el RNAt permanecía en el sitio P y el peptidil-RNAt posicionado en el sitio A del ribosoma.

¿Qué etapa del proceso de síntesis proteica ha sido afectada?



La célula ha sufrido una baja de Magnesio lo que origina la disociación del ribosoma en sus dos subunidades, ocasionando la paralización de la síntesis de proteínas. Disocie su ribosoma y espere un turno para que la célula se recupere, a menos que tenga la tarjeta que le da el magnesio

Tal como puede observarse la primera se refiere a una pregunta (tarjeta con interrogación) mientras que la otra está referida al segundo grupo de tarjetas que incluye premios y/o castigos.

### **Reglas del juego**

1. Para iniciar el juego, cada uno de los participantes lanza el dado y el que obtenga la mayor puntuación será el primero en iniciar el juego.
2. Dicho jugador coloca su ficha sobre el cuadro de salida, lanza el dado y mueve su ficha en la dirección de la flecha tantos cuadros como indique el número en el dado. La aparición del número uno (1) o del número seis (6) al lanzar el dado, confiere el derecho a continuar jugando hasta que en uno de los lanzamientos aparezca un número diferente a los arriba mencionados.
3. Una vez completada su jugada le seguirá en el turno el jugador colocado a su derecha.
4. En el curso del juego, las fichas recorrerán el tablero en varias oportunidades. Cuando una ficha caiga en un cuadro que especifique un elemento que participa en la síntesis de la proteína, el jugador reclamará dicho elemento en la reserva celular. Es importante destacar que algunos elementos son re-usables durante las etapas del juego, tal como ocurre con los GTP.

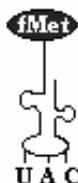
5. Los cuadros con el signo de interrogación dan derecho a sacar una tarjeta la cual plantea una pregunta que debe ser contestada por el jugador de turno; si él no lo hace, se otorgará la oportunidad a aquél participante que sepa la respuesta. Después de respondida la pregunta, el jugador que dio la respuesta correcta puede tomar un (1) elemento de la reserva celular. Si al que le correspondía dar la respuesta no contestó, pierde un turno. Una vez concluida la jugada, la tarjeta se coloca debajo del paquete.
6. Los cuadros identificados con una X, implican que se debe tomar la tarjeta correspondiente y seguir las indicaciones.
7. Cada vez que un jugador pasa por salida tendrá derecho a reclamar ante la reserva celular dos (2) elementos que necesite para fabricar su proteína.

### **Pasos a completar en el juego**

#### **1. Activación**

En esta etapa se deben activar los aminoácidos. Para ello es necesario reunir los siguientes elementos:

- Seis (6) aminoacil t-RNA sintetasas (enzima)
- Seis (6) RNA de transferencia ( RNAt )
- Seis (6) ATP
- Seis (6) aminoácidos (aa) uno de los cuales es formilmetionina.

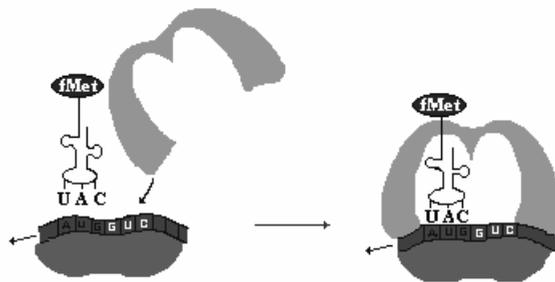


Esta es la figura que resulta luego del ensamblaje de los elementos arriba mencionados. Como ésta, deben estar presentes cinco más para la siguiente etapa.

## 2. Iniciación

En esta etapa el jugador deberá reunir los siguientes elementos:

- Subunidad ribosomal 30S
- Subunidad ribosomal 50S
- RNA mensajero (RNAm)
- fmetionil-RNAt (obtenida en la etapa de activación)
- GTP
- FI (factores de iniciación)

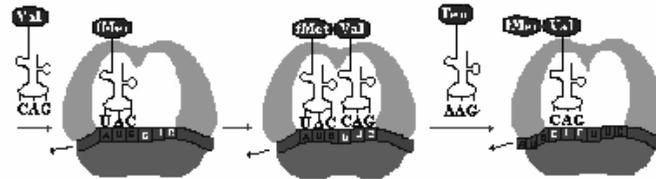


Así será el acoplamiento de los elementos para completar esta etapa y poder pasar a la siguiente.

## 3. Elongación o Alargamiento

Para esta etapa es necesario reunir los siguientes elementos:

- Cinco (5) Aminoacil-RNAt (proviene de la fase de activación)
- GTP
- FE (factores de alargamiento)

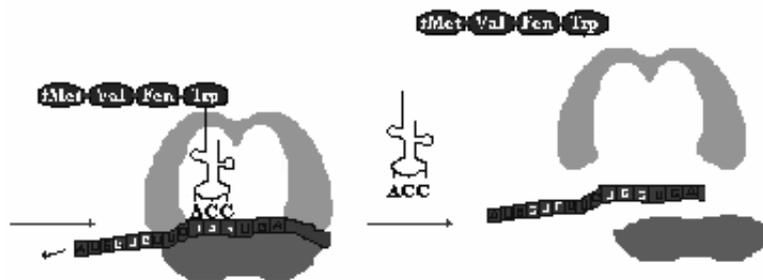


Luego de seguir los pasos que garantizan la elongación tal como se ve en la figura, el participante debe seguir elongando hasta completar su cadena de seis aminoácidos. Al llegar al séptimo codón, éste está señalado como codón de terminación.

#### 4. Terminación

Al iniciar esta etapa se posee el peptidil-RNAt de 6 aminoácidos en el sitio P; el sitio A coincide con la posición 7 del RNAm, la cual representa un codón de terminación (UGA, UAG o UAA). Para esta etapa se necesita GTP, factores de terminación identificados como FT y factores de iniciación (FI).

El primer participante que logre alcanzar esta etapa se considera el ganador.



La figura señala lo que está ocurriendo en esta fase. La estrategia incluye en sus reglas, los elementos involucrados para realizar los pasos, y en qué orden debe ser cada paso.

Los dibujos presentados no corresponden a las figuras de la estrategia. Fueron tomados sólo para fines de ilustración de: Q. Adán Valenzuela Olaje

### **Actividades Integradoras**

Esta actividad se caracteriza por ser el cierre de la estrategia. Algunos de los puntos que podrían incluirse son preguntas y dudas de los estudiantes. Otras sugerencias incluyen:

- Discutir cada etapa de la síntesis proteica
- Discutir el por qué de la Metionina como aminoácido iniciador del proceso de síntesis proteica y por qué ésta es formilada.
- Discutir la unión antiparalela entre el RNAt y el RNAm
- Discutir la participación de cada uno de los factores (FI, FE, FT)
- Discutir el rol del GTP
- Discutir la acción enzimática de la aminoacil-RNAt sintetasa y de la peptidil-transferasa.
- Establecer cuáles son los tripletes de iniciación y de terminación
- Discutir la asociación de la subunidad 30S con el RNAmensajero
- Discutir las modificaciones de las cadenas polipeptídicas para conformación definitiva de las proteínas.
- Discutir el papel del Magnesio en la síntesis proteica.
- Discutir el papel de los antibióticos.
- Discutir síntesis proteica a nivel de organelos
- Comparar síntesis proteica en Procariotes con síntesis proteica en Eucariotes
- Discutir síntesis proteica en virus

### **Aplicación de la Encuesta al estudiante**

Posterior a la aplicación de la estrategia, cada estudiante completó la información en la encuesta correspondiente al estudiante.

### **Aplicación de la prueba a los estudiantes**

Posterior a la finalización de la Unidad II del curso, se asignó la prueba de contenidos a los estudiantes.

### **Asignación de la reflexión**

Finalmente, junto a la prueba, se asignó a los estudiantes la entrega de la reflexión en relación a la Unidad II del curso de Biología Celular.

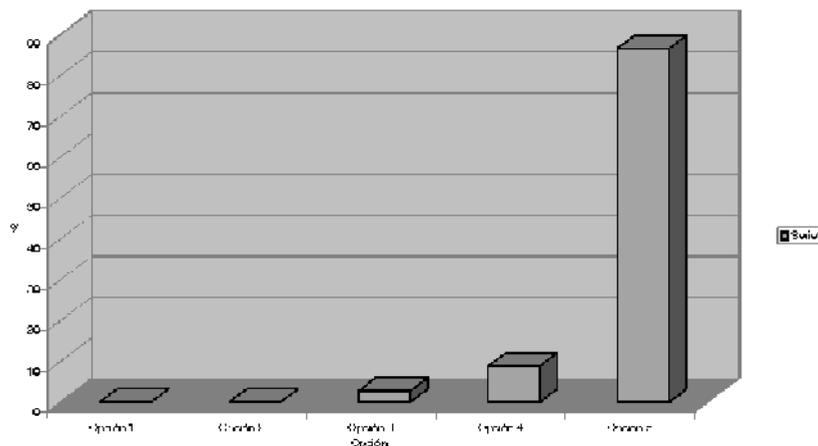
## **RESULTADOS**

Los resultados y su análisis se presentan a continuación:  
Encuesta aplicada a los estudiantes.

Su finalidad fue recoger la opinión de los estudiantes acerca de la Simulación-Juego.

La encuesta fue aplicada a tres muestras de diferentes semestres que totalizan 18 estudiantes con los que se trabajó la estrategia. Uniendo los resultados de todas las muestras, se obtienen 216 posibles respuestas (12 ítems para una muestra de 18). Los resultados muestran más del 95% de aceptación a la estrategia. Se obtiene sólo un 2,76 % en la selección 3 que implica parcialmente de acuerdo. Aunque el porcentaje es bajo, es importante considerarlo para el diseño definitivo de la estrategia. Estos resultados se muestran en el gráfico No. 1.

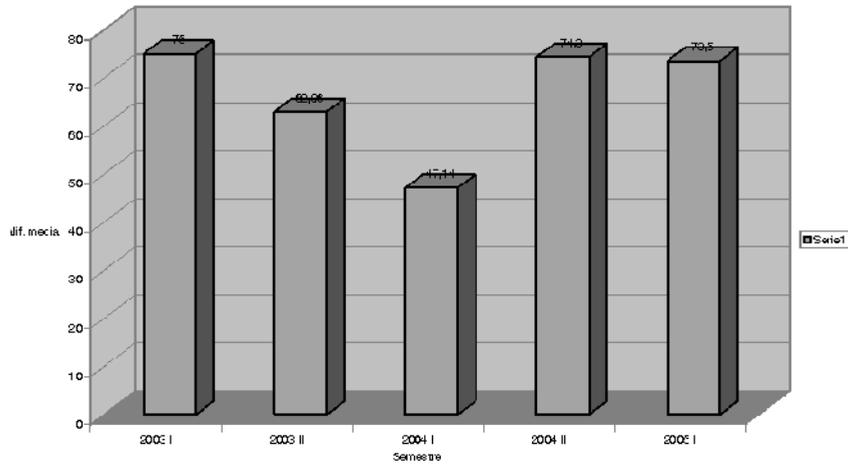
**Resultados de la aplicación del instrumento de evaluación de la simulación juego a tres grupos de estudiantes de biología celular del IPC-UPEL**



**Prueba de conocimientos**

La prueba de conocimientos fue asignada al final de la Unidad II del curso que corresponde al Dogma Central de la Biología y en la que está incluido el contenido correspondiente a la síntesis proteica. En la prueba, por tanto, se incorporaron preguntas correspondientes al proceso, las cuales fueron las consideradas para estos resultados. Tal como se muestra en el gráfico No. 2, se tienen resultados para cinco semestres diferentes, uno de los cuales no tuvo la aplicación de la estrategia (Semestre 2004 I). Los resultados, comparados con el grupo donde no se aplicó la estrategia, muestran un mejor rendimiento en los grupos con estrategia.

**Porcentaje del puntaje promedio obtenido por los estudiantes en las pruebas sobre síntesis proteica**



**Reflexión acerca de la Unidad II por parte de los estudiantes**

Se analizaron 15 reflexiones obtenidas por los estudiantes en diferentes semestres en los que se había aplicado la estrategia. Para su facilidad, los resultados se presentan en una tabla de análisis de contenido con la frecuencia de las subcategorías mencionadas por los estudiantes.

*Resultados preliminares de la aplicación de la simulación-juego  
(modificada): Sintetiza la Proteína*

<b>Categorías</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Frecuencia</b>
Utilidad	Comprensión del contenido de síntesis protéica	Facilita	15
		No facilita	0
	Acción de los antibióticos en el proceso de síntesis protéica	Comprensible	15
		No comprensible	0
	Integración de contenidos	Presente	15
		Ausente	0
	Inclusión del enfoque CTS	Presente	15
		Ausente	0
	Participación del estudiante	Estimulada	15
		No estimulada	0
	Propicia el trabajo en grupo	Sí	14

Categorías	Subcategorías	Subcategorías	Frecuencia
Estructura de la Simulación-Juego	Diseño del tablero	Llamativo	13
		No llamativo	2
	Aspecto de las piezas	Ayudan a visualizar el proceso de síntesis proteica	12
		No ayudan a visualizar el proceso de síntesis proteica	3
Sugerencias	Instrucciones		15
		Claras	0
		Confusas	0
	Adición de más preguntas		3
	Aplicación antes y después de la clase		1
	Incorporación de más jugadores		3
	Incorporación de estrategias tipo simulación-juego en otros contenidos de Biología Celular		3

Analizando los resultados presentados en la tabla anterior, puede evidenciarse la alta frecuencia de las categorías consideradas en las reflexiones, ya que la muestra fue de quince y las frecuencias en las subcategorías relacionadas con aspectos de utilidad y de estructura de la estrategia son 12/15, 14/15, 15/15, lo que confirma la aceptación de la estrategia por parte de los estudiantes. Como elemento adicional se consideraron categorías en relación a las sugerencias a fin de incorporarlas en el diseño definitivo de la estrategia.

## **CONCLUSIONES**

La investigación ha permitido validar el uso de la Simulación-Juego: Sintetiza la proteína, la cual fue modificada en su versión original para incluir elementos importantes del proceso e involucrar el proceso en contexto por medio del enfoque CTS.

Los resultados aunque preliminares, muestran una gran aceptación de la estrategia y una gran utilidad como herramienta para la comprensión del proceso de síntesis de proteínas. Los resultados de la prueba de contenidos permitieron comprobar el mayor grado de comprensión en el grupo que manejó la estrategia.

En cuanto a la encuesta aplicada a los estudiantes, aunque los resultados señalan el mayor porcentaje de respuestas en el nivel 5 (totalmente de acuerdo), las autoras consideran, que aquellas identificadas como parcialmente de acuerdo y las preguntas no contestadas, todas deben ser tomadas en cuenta para el diseño definitivo de la simulación juego. Esos ítems están relacionados con el tiempo utilizado en el desarrollo de la estrategia, lo atractivo del tablero y si la simulación-juego propicia el trabajo en grupo. En cuanto a las reflexiones, sin duda, la espontaneidad de los estudiantes es un factor bien

importante al considerar la aplicación de estrategias; de hecho, obligan a las autoras a pensar en otras estrategias que puedan contribuir a facilitar la comprensión de otros procesos complejos del área de biología celular.

Finalmente, conscientes de que son resultados preliminares, las autoras consideran nuevas aplicaciones que permitan obtener resultados de muestras mayores y la posibilidad de realizar otras pruebas para determinar el aprendizaje a mediano y largo plazo.

## REFERENCIAS

- Amat, O. (1998). Aprender a Enseñar. *Una visión práctica de la formación de formadores*. Cuarta edición. Editorial Ediciones Gestión 2000, S.A
- Bedwell, Lance. 1977. Developing Environmental Education Games. *The American Biology Teacher*. 39 (3): 176-177, 192
- Camero, Rosa; Minelia de Nava; Ana Carrero de Blanco y Sonia Álvarez de Matthey (1989). Sintetiza la proteína: una simulación-juego. *Revista de investigación* 16 (36): 25-35
- Camero, Rosa; Minelia de Nava; Ana Carrero de Blanco y Sonia Álvarez de Matthey. Viaje Intracelular: una simulación-juego (no publicada). Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- CENAMEC. 1995. *Carpeta de Ciencias Naturales para Docentes de Educación Básica*. Versión preliminar
- Coble, Charles R. y Paul B. Hounshell. 1982. Teacher made Science games. *The American Biology Teacher*. 44 (5): 270-277
- Ellington, Henry, Eric Addinall y Fred Percival. 1980. *Games and Simulations in Science Education*. Edit. Kogan Pag. London Nichols Publishing Company New Cork
- Lambert, Lisa. 1989. Disease detective. A Game Simulation of a Food Poisoning Investigation. *The American Biology Teacher*. 51 (7):

429-432

- Lederman, L. 1984. Debriefing. A critical reexamination of the postexperience analytic process with implications for its effective use. *Simulation and games*. 15 (4): 415-431
- Mertens, Thomas R. y Jennifer Pursifull. 1986. The Gene scene: A Human Genetics Game. *The American Biology Teacher*. 48 (2): 104-108
- Ochoa de Toledo, Marlene; María Soledad Pardo de Campos; Sandra Bastos; Belinda Perdomo; José Gregorio Pérez. *Viajando por el Aparato Circulatorio de Guillermo*. Simulación-Juego Instruccional no publicada. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Ochoa de Toledo, Marlene; María Soledad Pardo de Campos; Sandra Bastos; Belinda Perdomo; José Gregorio Pérez. *MEBATA*. Simulación-Juego Instruccional (no publicada). Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Peña Borrero, Margarita. (1990). *National STS Network. Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad; Teoría y Práctica*. Universidad de Puerto Rico
- Pino, Lilian. 1995. Una perspectiva para la Enseñanza de las Ciencias en la educación media. *LAURUS* 1 (1): 36-39
- Reyes Barcos, Manuel; Teodosio Rodríguez; José Alberto Peña. 1996. Creatividad y la Enseñanza de las Ciencias. *LAURUS*. 2 (4): 6-11
- Rodríguez P., M. (2001). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza aprendizaje de la estructura y funcionamiento celular. *InvestigaVões em Encino de Ciencias*. **SIN 1518-8795**. [Publicación en línea]. Disponible: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n2/palmero.htm> [Consulta: 2003, Octubre 18]
- Santisteban, A. 1990. El uso de los juegos de simulación en Ciencias naturales como técnicas de conocimiento del entorno. *Investigación en la Escuela*. 10: 71-75

- Stolovitch, Harold. 1981. Juegos de estructura Adaptable y Juegos en cadena: una tecnología para un proceso de enseñanza/aprendizaje interactivo. *Temas de Educación*. 2 (1): 97-124
- Thatcher, Donald. 1990. Promoting learning through games and Simulations. *Simulation and Games* 21 (3): 263-273
- Toro, Nina. 1998. A jugar matemáticas. *ESTAMPAS EI UNIVERSAL*. 26 de abril de 1998. pp: 49-54
- Yager, Robert E. (Ed.) (1996). *STS Science/Technology/ Society as reform in Science Education*. Suny Series in Science Education. State University of New York Press, Albany